

## ҚОҒОЗ ЧИҚИНДИЛАРИ АСОСИДА СУВДА ЭРУВЧАН КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗА ОЛИШ

Улужбеков Т. У., Ғойибназаров И. Ш., Йулдошов Ш. А.

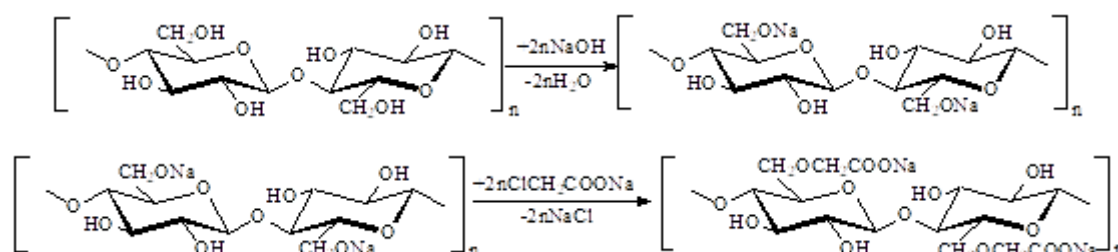
Саримсоқов А. А

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноати институти  
Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Полимерлар  
кимёси ва физикаси институти

**Аннотация.** Ушбу тадқиқотда турли қоғоз чиқиндиларидан техник мақсадлар учун қўлланилишига мўлжалланган сувда эрувчан КМЦ олиш имкониятлари тадқиқ этилди. Бунда, КМЦ намуналарининг алмашиниши даражасига (АД) реакция ҳарорати, вақти, ишқор концентрацияси, алкилловчи агент сарфи, дастлабки хомашёнинг тозалаш шароити ва бошқа омилларнинг таъсирлари ўрганилди. Олиб борилган тадқиқотлар асосида қоғоз чиқиндиларидан АД-0.62, полимерланиш даражаси (ПД)- 410, сувда эрувчанлиги -89 %, 1 % эритмасининг рН кўрсаткичи – 10.6, асосий модда миқдори 49 % бўлган КМЦ намуналари олишига эришилди. Олинган намуналар ИҚ-Фурье спекторскопик, термомогравиетрик ва кимёвий усулларда таҳлил қилинди.

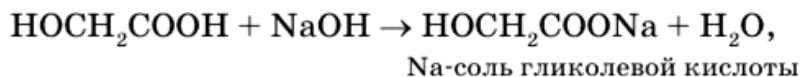
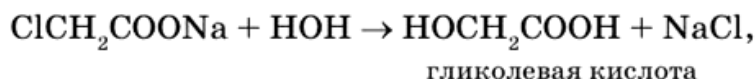
**Калит сўзлар:** карбоксиметилцеллаш, қоғоз чиқиндилари, алмашиниши даража, эрувчанлик, карбоксиметилцеллюлоза

**КИРИШ.** Карбоксиметиллаш жараёни сувда сувда эрувчан табиий полимерлар олишнинг универсал усули ҳисобланади [1, 2, 3, 4]. Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) синтези ишқорий целлюлозани монохлорсирка кислотаси (МХСК) билан реакцияси, яъни, гидроксил гуруҳлари водород атомларини карбоксиметил ўринбосарлари билан алмашиниши орқали амалга оширилади [5].



КМЦ биринчи марта 1918 йилда синтез қилиб, 1920 йил бошида Германияда саноат миқёсида ишлаб чиқариш йўлга қўйилган [6, 7, 8, 9, 10].

Асосий реакция билан бир вақтда бир қанча қўшимча реакциялар ҳам содир бўлади [11, 12].



Ушбу жараёнлар натижасида реакция самарадорлиги одатда 50 % дан ошмайди ва маҳсулот сифатининг пасайишига олиб келади. Жараённинг шароити ва усулини танлаш орқали керакли реакциянинг самарадорлигини оширишга эришиш мумкин [13, 14].

Бугунги кунда, КМЦ нинг техник ва тозаланган маркалари мавжуд бўлиб саноатнинг турли хил соҳаларида кенг миқёсда қўлланилади. Техник маркалари асосан нефт, тоғ-металлургия, текстил, қурилиш саноатида, тозаланган намуналари эса медицина, парфюмерия, косметика ва озик-овқат саноатида ишлатилади [15]. КМЦнинг қўлланилиш соҳалари ортиб бориши билан ишлаб чиқаришда турли целлюлоза тутувчи маҳаллий ресурслардан фойдаланиш бўйича қатор тадқиқотлар олиб борилмоқда. Жумладан, КМЦнинг янги ассортиментларини олишда куйидаги турдаги хом ашёлардан фойдаланиш имконияти тадқиқ этилган: ёғоч целлюлозаси [16], пахта целлюлозаси [17], пахта момиғи [18], микрокристаллик целлюлоза [80, 81], терак целлюлозаси [19], лантана самара [20, 21] бамбук толалари [22], ҳар хил турдаги ёғоч, унинг чиқиндилари [23], турли лигноуглеводли материаллар [24] ва бошқалар.

Ушбу тадқиқотимизнинг мақсади турли қоғоз чиқиндиларидан техник мақсадлар учун қўлланилишга мўлжалланган сувда эрувчан КМЦ олиш имкониятларини тадқиқ этишдан иборат.

## ТАЖРИБАВИЙ ҚИСМ

### Материаллар

Тадқиқотларда қоғоз чиқиндилари сифатида МС-1, МС-5, МС-.. намуналаридан фойдаланилди.

Натрий гидроксид (NaOH), этил спирти (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), монохлорсирка кислотаси (Cl-CH<sub>2</sub>-COOH) ва бошқалар Sinopharm Chemical Reagent Co. Ltd (Хитой) келтирилган аналитик тоза даражасидаги кимёвий реагентлардан фойдаланилди.

### Қоғоз чиқиндиларини тозалаш

5 гр МС-1 қағозидан ўлчаб оламиз ва ўлчаб олинган қоғозни майдалаймиз унга 2%, 5%, 8% ли NaOH эритмасидан 1:15 нисбатда қўшилади. 1 соат давомида 100<sup>0</sup>С қайнатилади 1 соатдан кейин унга вадород пероксидидан 10 мл қошилади ва 30 минутга қайнатилади. Тозаланган массани олиб уни филтирлаб 12 соатга 60<sup>0</sup>С да қурилади .

### Карбоксиметилцеллюлоза синтез қилиш

Дастлабки эритма аста-секин 70% ли этил спирти эритмасига қўшилади. целлюлоза ўз ичига олган хом ашё ва 15 дақиқа давомида тарқатилади. Ва аралаштирганда 20 мл 40% ли NaOH эритмасидан ишлов берилади. Жараён ишқорий даволаш 16<sup>0</sup>С ҳароратда 90 дақиқа давом этади Сўнгра реакция массасига МСА нинг 60 мл этил спиртидаги эритмаси қўшилади 16<sup>0</sup>С да 15 дақиқа давомида кучли аралаштирилади. Бундан кейин, реакция аралашмасининг ҳарорати ўз-ўзидан 55<sup>0</sup>С гача кўтарилади ва Эстерификация реакцияси шу ҳароратда 3 соат давомида амалга оширилади.



Маҳсулот филтрланади ва 70% этанол билан ювилади. КМЦ 60-70°C ҳароратда 8% қолдик намликгача қурилади.

#### **КМЦнинг сувда эрувчанлигини аниқлаш**

Na-КМЦнинг 700 г 0,1 % ли эритмаси 2 соат аралаштирилади. Олинган эритма сув насоси ёрдамида филтраб олинади. Қолдик 150-200 мл дистилланган сув ва 10 мл этил спирт билан шиша таёқча ёрдамида аралаштириб турган ҳолда ювилади кейин, 105±2°C да доимий массага(m<sub>2</sub>) келгунча қурилади. Na-КМЦнинг эрувчанлигини ҳисоблаш учун қуйидаги формуладан фойдаланилади.

$$S_{\text{эрув}} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \cdot 100$$

Бу ерда: M<sub>1</sub> – дастлабки Na-КМЦнинг қуруқ массаси, г ;

M<sub>2</sub> – филтраб олиниб доимий массага келтирилган КМЦ массаси, г.

#### **КМЦ нинг алмашиниш даражасини аниқлаш**

Алмашиниш даражасини ҳисоблаш учун Na-КМЦ нинг 0,7–1,5 г массаси тортиб олиниб 100 мл дистилланган сувда эритилади. Олинган эритма тўлиқ эригандан кейин 20 мл 94 % ли этил спиртидан солинади. Тўлиқ аралаштириб олингандан кейин эритмага 0,5 мол/л сульфат кислота эритмасидан pH=2,2–2,4 бўлгунча томчилатиб солинади. Сўнгра олинган эритмага мис сульфатнинг 0,1 мол/л эритмасидан 25 мл солинади ва pH=4–4,10 бўлгунча 5 % ли аммиак эритмасидан томчилатиб солинади. Хосил бўлган чўкмани 55°C га 30 минутга қуритиш печига қўйилади. Тайёр бўлган эритма олиб 2 қаватли филтр қоғоз ёрдамида филтраб олинади. Филтрланган Na-КМЦ 3 марта 70 % ли 100 мл, ва 2 марта 94 % ли 50 мл этил спирт эритмасида ювилади. Сўнгра олинган Na-КМЦ доимий массага келгунча 105°C да 2 соат давомида қурилади. Қурииб олинган тузнинг массаси аниқланади, сўнгра 100 мл дистилланган сувда эритилади. Эритмага 5% ли аммиак эритмасидан 10 мл солинади ва тўлиқ эригунча аралаштирилади. Na-КМЦ тўлиқ эритилгандан кейин 6 мол/л ли сирка кислота эритмасидан яшил ранг ёқолиб кўк ранг хосил бўлгунча секин томчилатиб солинади. Ранг ўзгариб бўлганидан кейин яна 5 мл сирка кислота эритмасидан солинади. Сўнгра эритмага КИ тузидан 15 г солиб қоронғу жойга 10 минутга қўйилади, кейин эритма олиб, Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>3</sub> нинг 0,1N ли эритмасидан томчилатиб солинади. Эритма ранги тўлиқ оқ рангга ўтган вақтда сарфланган титрловчи эритманинг ҳажми ўлчанади ва қуйидаги формула асосида алмашиниш даражаси ҳисобланади.

$$\gamma = \frac{162 \cdot X_1}{31,77 - 0,888 \cdot X_1} \cdot 100$$

Бу ерда 162- целлюлоза макромолекуласининг молекуляр массаси,г

0,888 – полимернинг битта молекуласига Na(CH<sub>2</sub>COO)<sub>2</sub> гуруҳ киритилганда моляр массасининг ортиши, г

31,77- карбоксил гуруҳ билан реакцияга киришадиган миснинг эквивалент моляр массаси, г

Na-КМЦ таркибидаги миснинг масса улушини қуйидаги формула орқали топилади.

$$X_1 = \frac{V \cdot 0,006357}{M \cdot 100}$$

V- титрлашга сарфланган натрий тиосульфат ҳажми, мл

M- Na-КМЦ нинг массаси, г



0,006357- 1 мл ли  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$  га тегишли бўлган миснинг массаси.

### КМЦ нинг полимерланиш даражасини аниқлаш

Na-КМЦнинг полимерланиш даражасини аниқлаш учун 50 мл конуссимон колбага 0,1 г Na-КМЦ ва керакли микдордаги натрий гидроксиднинг 1,5 мол/л эритмасидан 47 мл солинади. Олинган эритма 3 соат давомида аралаштирилади. Эримаган қисми центрифугаланади ёки филтрдан ўтказилади. Сўнгра дистилланган сувда ишқордан тозаланади ва доимий массага келгунча қуритилади. Эритмадан олинган эримаган заррачалар массаси ўлчанади.

Тайёрланган эритма билан визкозиметр тўлдирилиб термостатда 10-15 минут ушлаб турилади ва  $20 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$  ёки  $30,0 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$  температурада оқиб ўтиш вақти аниқланади ГОСТ 33. Худди шу усулда эритувчи сифатида ишлатилган 1,5 М ли натрий гидроксид эритмасининг ҳам ўтиш вақти аниқланади.

Полимерланиш даражаси қуйидаги формула орқали топилади.

$$\text{ПД} = \frac{|\eta|}{K}$$

Бу ерда: K – Хаггинс константаси  $6,6 \cdot 10^{-4}$  га тенг

$\eta$  – эритманинг қовушқоқлиги, қуйидагича топилади.

$$\eta = \frac{8}{c} (\sqrt[8]{\eta_{\text{нисбий}} - 1})$$

Бу ерда: c-Na-КМЦнинг масса улуши г/л;  $\eta_{\text{нис}}$  – эритманинг нисбий қовушқоқлиги, қуйидаги формуладан топилади

$$\eta_{\text{нис}} = \frac{\tau_1}{\tau_2}$$

$\tau_1$  – эритманинг оқиб ўтиш вақти, с;  $\tau_2$  – эритувчининг оқиб ўтиш вақти,с.

### Эритманинг рН кўрсаткичини аниқлаш

Na-КМЦ си эритмасининг рН мухитини аниқлаш учун 1 % ли 50 мл эритма тайёрланиб 2 соат давомида магнитли аралаштиргичда аралаштирилади. Тайёр бўлган эритманинг рН мухити рН метрда аниқланди.

### Асосий модда микдорини аниқлаш

Олинган филтрат 750 мл конуссимон колбага ўтказилади ва 10 мл сирка кислота, 10 г калий ёдид солиб 10 минутга қоронгу жойга қўйилади ва натрий тиосульфатнинг 0,1 N ли эритмаси билан титрланади.

Асосий модданинг микдорини ҳисоблаш учун қуйидаги формуладан фойдаланилади.

$$X_2 = \frac{(V_1 - V_2) \cdot A \cdot 100}{m \cdot \left(\frac{1-X}{100}\right)},$$

$V_1 - (\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,1$  мол/л, мл хажми, мл;

$V_2$  - титрлаш учун сарфланган натрий тиосульфатнинг хажми, мл;

M - Na-КМЦ массаси, г;

X - Na-КМЦ нинг сувдаги эритмасининг масса улуши, %;

A -, 0,1 мол/л 1 мл натрий тиосульфат титрлай оладиган Na-КМЦ массаси; буни ҳисоблаш учун куйидаги формуладан фойдаланилади.

$$A = \frac{2 * (162 + (\frac{80 * \gamma}{100}))}{\frac{\gamma}{100} * 1000 * 10} = \frac{3,24}{\gamma} + 0,016$$

162- целлюлоза макромолекуласининг молекуляр массаси, г;

80 – молекулага кириб келган CH<sub>2</sub>COONa гуруҳ массаси , г;

γ - карбоксиметилга алмашиниш даражаси

2- миснинг йод билан эквивалент таъсири карбоксиметилцеллюлоза билан ўзаро таъсирига караганда 2 баробар катта бўлганлиги сабабли киритилган коэффисент.

### ИҚ-спектроскопия

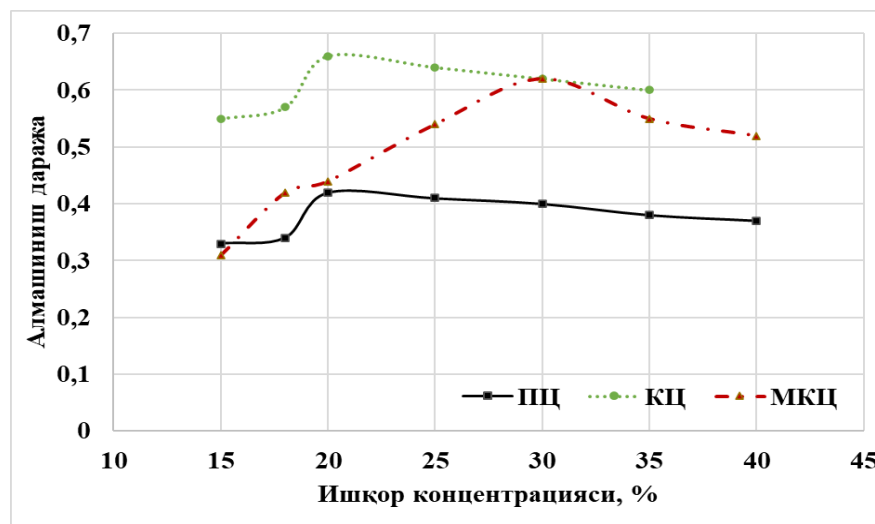
ИҚ-спектроскопия Inventio-S IR Fourier (Bruker, Germany) қурилмасида текширилди. Спектрлар 0,085 см<sup>-1</sup> ва 500-4000 см<sup>-1</sup> соҳадаги ўзгаришлар асосида ўрганилди.

### Термик анализ

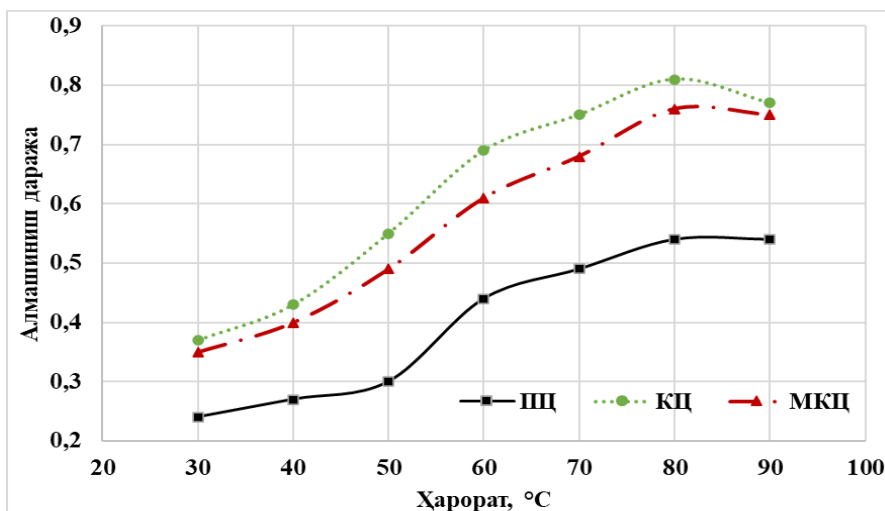
Намуналарнинг термик хоссалари TG-DSC/DTA синхрон термик анализатор STA PT1600 (Linseis, Germany) ёрдамида ~ 20 мг намуналар атмосфера шароитида 25°C хароратдан 900°C хароратгача бўлган ҳолатда 10°C/мин ортиб бориши билан ўрганилди.

### ОЛИНГАН НАТИЖАЛАР ВА УЛАРНИНГ МУҲОКАМАСИ

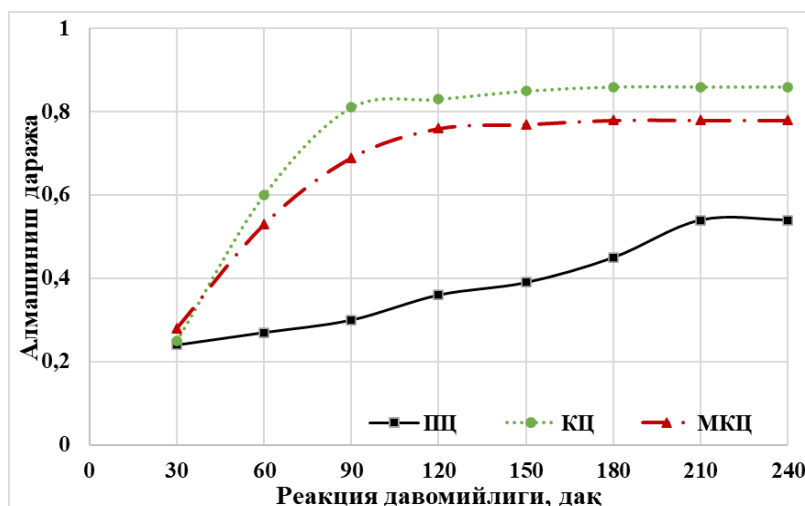
Қоғоз чиқиндиларини карбоксиметиллаш реакцияси этил спирти муҳитида олиб борилди ҳамда ҳар хил омилларнинг маҳсулотнинг АДси қийматига таъсири ўрганилди.



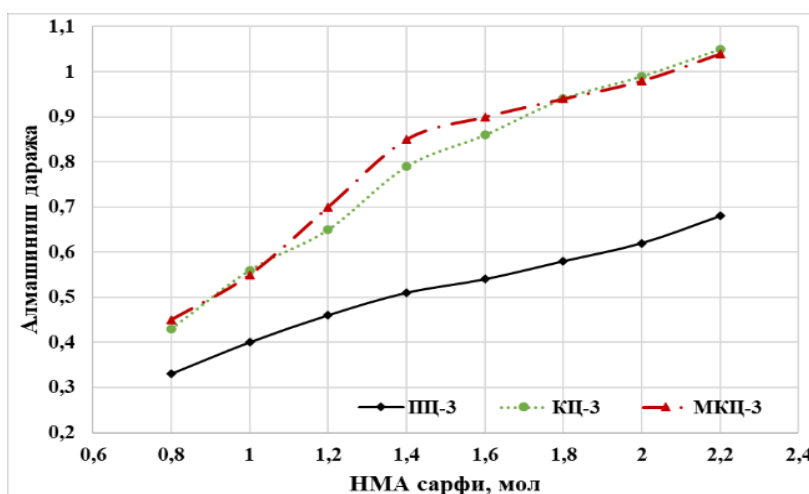
1-расм. КМЦ намуналарининг АД қийматига ишқор концентрацияси таъсири: 1. МС-1; 2. МС-5; 3. МС....



2-расм. КМЦ намуналарининг АД қиймати га реакция хароратини таъсири: 1. МС-1; 2. МС-5; 3.



3-расм. КМЦ намуналарининг АД қиймати га реакция давомийлигининг таъсири: 1. МС-1; 2. МС-5; 3.



4-расм. КМЦ намуналарининг АД қиймати га алкилловчи агент сарфининг таъсири: 1. МС-1; 2. МС-5; 3.



Қаттиқ фазада карбоксиметиллаш жараёнида КМЦ энг асосий сифат кўрсаткичларидан бири АД қийматига ишқор концентрацияси, реакция ҳарорати ва давомийлиги ҳамда алкилловчи агент сарфи тўсири ўрганилди. Бунда, МС-1, МС-5; МС...намуналарини карбоксиметиллаш реакциясида мос равишда ишқор концентрацияси 20 %, 20 %, 30 %; ҳарорат 80<sup>0</sup>С, реакция давомийлиги 210, 90, 120 дақиқа; натрий монохлорацетат (НМА) сарфи 1 мол целлюлоза элементар звеносига нисбатан 2,2 мол нисбатларида АД- 0,65-0,68; 0,93-1,05; 0,96-1,04 бўлган КМЦ намуналари олинди.

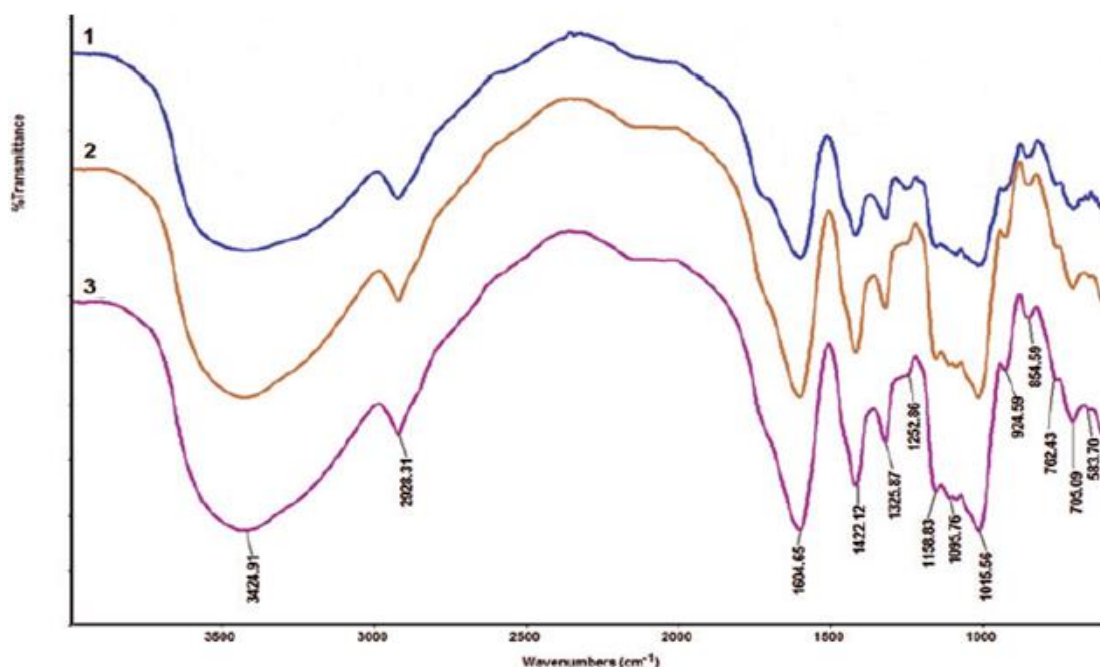
Олинган натижалар асосида этил спирти муҳитида сувда эрувчан КМЦ синтез қилишнинг оптимал шароитлари аниқланди (1-жадвал).

### 1-жадвал. Қаттиқ фазада ПЦ, КЦ ва МКЦ асосида сувда эрувчан КМЦ олишнинг оптимал шароитлари

Кўрсаткичлар	МС-1	МС-5	МС-2
Ишқор концентрацияси (модул 1:2), %	20	20	30
Ҳарорат, <sup>0</sup> С	80	80	80
Реакция давомийлиги, мин	210	120	120
МХСК сарфи, моль	2,0-2,4	1,0-1,2	1,0-1,2
Сувда тўлиқ эришдаги АД	0,71-0,74	0,51-0,58	0,44-0,54

МС-1, МС-5 ва МС... намуналарни карбоксиметиллаш орқали АД-0,44-0,58 бўлган қуйи алмашиниш даражали, сувда эрувчан КМЦ олиш имкониятлари кўрсатилди.

Олинган намуналарнинг ИҚ-Фурье спектрлари 5-расмда келтирилган.



5-расм. КМЦ намуналарининг ИҚ-Фурье спектрлари: 1. МС-1; 2. МС-5; 3.

**2-жадвал. Намуналарнинг ИҚ-Фурье спектрлари таққослаш**

Боғланиш тури	МС-1 дан олинган КМЦ	МС-2 дан олинган КМЦ	МС-5 дан олинган КМЦ
ОН гуруҳнинг чўзилиш тебранишлари	3000-3700 $\text{см}^{-1}$	3359.54 $\text{см}^{-1}$	3325.02 $\text{см}^{-1}$
С-Н гуруҳнинг чўзилиш тебранишлари	2850-2950 $\text{см}^{-1}$	2921.07 $\text{см}^{-1}$	2918.55 $\text{см}^{-1}$
С-О-С гуруҳлар	1040 $\text{см}^{-1}$	1413.38 $\text{см}^{-1}$	1413.11 $\text{см}^{-1}$
-COO нинг симметрик тебранишлари	<b>1600-1640 <math>\text{см}^{-1}</math></b>	<b>1587.16 <math>\text{см}^{-1}</math></b>	<b>1591.83 <math>\text{см}^{-1}</math></b>
-COO нинг ассиметрик тебранишлари	1400-1450 $\text{см}^{-1}$	1413.88 $\text{см}^{-1}$	1413.11 $\text{см}^{-1}$

5-расмда КМЦ намуналарининг ИҚ-спектрларида карбоксиметил ва гидроксил гуруҳларига хос ютилиш мос равишда 1600-1630  $\text{см}^{-1}$  ва 1422–1325  $\text{см}^{-1}$  соҳаларда интенсивликлар намоён қилади. 1605–1422  $\text{см}^{-1}$  ютилиш соҳалари Na-КМЦ намуналарининг таркибидаги карбоксил ва метил функционал гуруҳлари учун хос [19]. 2152–2376  $\text{см}^{-1}$  оралиғида ютилиш соҳаларидаги ютилиш интенсивликлари Na-КМЦ намуналари таркибидаги водород боғланишни ифодалайди. 3424–2928  $\text{см}^{-1}$  соҳадаги кенг ютиш соҳаси гидроксил (-ОН) ва метилен (CH<sub>2</sub>) гуруҳларининг ассиметрик тебранишларига хос. 1630  $\text{см}^{-1}$  ютилиш соҳасида интенсивликлари карбосилат функционал гуруҳлари (-COONa) мавжудлигини тасдиқлайди [20]. 2500–2800  $\text{см}^{-1}$  кенг ютилиш соҳасининг йўқлиги ва макромолекула таркибидаги карбоксил гуруҳларининг ўзаро водород боғланиш ҳосил қилмаслигини кўрсатади. 1422  $\text{см}^{-1}$  ва 1325  $\text{см}^{-1}$  даги ютилиш интенсивликлари мос равишда (-CH<sub>2</sub>) ва эркин гидроксил гуруҳлари (-ОН) учун хос [21]. 1058–1095  $\text{см}^{-1}$  соҳадаги ютилишлар (-C-O-C-) оддий эфир боғига хос тебранишларни кўрсатади. Na-КМЦнинг молекуляр массаси камайиши билан бу боғнинг интенсивлиги пасайиб, гидроксил гуруҳлар тебраниши ҳосил бўлади [22].

Намуналарда АД қиймати ортиб бориши билан карбоксил гуруҳларга хос 1600  $\text{см}^{-1}$  ютилиш соҳасида интенсивликлар ҳам ортиб боришини кузатиш мумкин. Шундай қилиб, ИҚ-спектрскопик таҳлиллар асосида қоғоз чиқиндилари асосида Na-КМЦ намуналари ҳосил бўлганлиги аниқланди.

**Хулоса.**

МС-1, МС-5 ва МС-... маркали қоғоз чиқиндиларидан техник мақсадлар учун қўлланилишга мўлжалланган сувда эрувчан КМЦ олиш имкониятлари тадқиқ этилиб, маҳсулотнинг АД қийматига реакция ҳарорати, вақти, ишқор концентрацияси, алкилловчи агент сарфи, дастлабки хомашёнинг тозалаш шароити ва бошқа омилларнинг таъсирлари ўрганилди. Натижада, қоғоз чиқиндилари асосида АД-0.62, ПД- 410, сувда эрувчанлиги -89 %, 1 % эритмасининг рН кўрсаткичи – 10.6, асосий модда миқдори 49 % бўлган сувда эрувчан КМЦ намуналари олинди.

**АДАБИЁТЛАР**

1. Klemm D., Heublein B., Fink H.P., Bohn A. Cellulose: fascinating biopolymer and sustainable raw material // *Angew. - 2005. Chem. vol. 44, - pp. 3358-3393.*
2. Heinze T., Koschella A., Carboxymethyl ethers of cellulose and starch - a review// *Macromol. Symp - 2005. - vol. 223, - pp. 130-139.*





3. Feddersen R.L., Thorp S.N., Whistler R L., BeMiller J.N. Sodiumcarboxymethylcellulose. In: Industrial Gums and their Derivatives // Academic Press (Eds.), New York - 2003. - pp. 537-578.
4. Sandford P.A., Baird J. Industrial utilization of polysaccharides. In The Polysaccharides Aspinall G. O. (Ed.) // Academic Press Reading MA – 2003. - pp. 411-490.
5. Alam A.B. M.F., Mondal, Md. I.H. Utilization of cellulosic wastes in textile and garment industries, i. synthesis and grafting characterization of carboxymethyl cellulose from knitted rag // J. Appl. Polym. Sci - 2013. – vol. 128, - pp. 1206-1212.
6. Thomas H. Carboxmethyl ether of cellulose and starch – a review // Ж. Химия растительного сырья, - 2005. №3, – С.13-29.
7. Schweitzer D., Sorg C. Cellulose ethers for cement extrusion // – England: Woodhead, - 2005. – vol. 10. – pp. 8-17.
8. Йулдошов Ш.А., Сарымсаков А.А., Рашидова С.Ш. Получение карбоксиметилцеллюлозы на основе хлопковой и микрокристаллической целлюлозы // Респуб. научно-прак. конф. молодых ученых.-Ташкент 2014. 18 декабря, АНРУз. Сборник докладов, - С.120-121.
9. Кряжев В.Н., Широков В.А. Состояние производства эфиров целлюлозы // Химия растительного сырья, - 2005. – №3. – С. 7–12.
10. Широков В.А. Краткая характеристика российского рынка КМЦ и модифицированных крахмалов. Анализ и прогноз // Эфиры целлюлозы и крахмала: синтез, свойства и применение: матер. 11-междунар. Конф., Владимир, - 2007, - С. 4-7.
11. Damlin P., Mikkola J.P., Salmi T. Characterization of hardwood-derived carboxymethylcellulose by high-pH anion-exchange chromatography using pulsed amperometric detection// Cellulose Chem. Technol, Romania, - 2010– vol. 44, – N 1-3. – pp. 65-69.
12. Lazik W., Heinze T., Pfeiffer K., Albrecht G., Mischnick P. Starch derivatives of a high degree of functionalization// VI. Multistep carboxymethylation// J. Appl. Polymer Sci. - 2002. – vol. 86, – pp. 743-752.
13. Маркин В.И., Базарнова Н.Г., Галкин А.И. Изучение влияния переработки на карбоксиметилирования древесины березы в среде ИПС// Пласт. массы. – Россия, - 2009. – №7. – с. 31-34.
14. Сарымсаков А.А., Сайпиев Т., Рашидова С.Ш. Разработка технологии получения КМЦ различной степени замещения на основе хлопковой целлюлозы// Журнал. Химия и химическая технология, – Ташкент, - 2006. – № 2(12), – с. 41-51.
15. Сайпиев Т.С., Йулдашев Ш.А., Сарымсаков А.А., Рашидова С.Ш. Водорастворимая натрий карбоксиметилцеллюлоза на основе хлопкового линта / Химия и технология целлюлозы и ее производных// Сб трудов Таш. хим. тех. инст. – Ташкент, - 2009, – с. 71-72.
16. Торлопов М.А., Демин В.А. Сульфатированные и карбоксиметилированные производные микрокристаллической целлюлозы// Химия растительного сырья, - 2007. – №3. – С. 55–61.
17. Йулдошов Ш.А., Сарымсаков А.А., Рашидова С.Ш. Низковязкая На-карбоксиметилцеллюлоза на основе микрокристаллической и наноцеллюлозы// Композиционные материалы: структура, свойства и применения. –Ташкент, - 2008. – с. 129.
18. Рахманбердиев Г.Р., Муродов М.М. Новая технология получения На-карбоксиметилцеллюлозы на основе целлюлозы древесины тополя// Кимё ва кимё технологияси журнали. – Тошкент, - 2007. - №4. – с. 38-42.



19. Varshney V.K., Gupta P.K., Sanjay N., Ritu K., Amit A., Soni P.L. Carboxymethylation of  $\alpha$ -cellulose isolated from Lantana Camara with respect to degree of substitution and rheological behavior// Carbohydr. Polym., - 2006. – pp. 40-45.
20. Viera R.G., Filho G.R., Assuncao R.M.N., Meireles C.S., Vieira J.G., Oliveira G.S. Synthesis and characterization methylcellulose from sugarcanebagasse cellulose// Carbonhydratepolymers, - 2007. - vol. 67, - pp. 182-189.
21. Qin H., Sun Y., Huang W., Yu Q. Приготовление КМЦ из отходов бамбука// JingxihuangongFineChem., - 2008. – №15. – С. 58-60.
22. Jardeby K., Germga U., Kreutz B. and others. Effect of pulp composition on the characteristics of residuals in CMC made from such pulps// Cellulose, - 2005.– vol. 12, - №4. – pp. 385-393.
23. ПатентRU, № 2131884 Россия, МПК6 С 08 В 11/12 Способ карбоксиметилирования лигно-углеводных материалов/ БазарноваН.Г., Маркин В.И., Галочкин А.И., Токарева И.В. //Алт. Гос. Ун-т.- №9711 74 25/04. Заявл. 2.10.2007. Опубл.20.6.2009. Бюл. № 17.
24. Wang, J., & Somasundaran, P. (2005). Adsorption and conformation of carboxymethyl cellulose at solid–liquid interfaces using spectroscopic, AFM and allied techniques. Journal of colloid and interface science, 291(1), 75-83. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2005.04.095>
25. Tomanová, V., Sroková, I., Ebringerová, A., & Sasinková, V. (2011). Surface-active and associative properties of ionic polymeric surfactants based on carboxymethylcellulose. Polymer Engineering & Science, 51(8), 1476-1483. <https://doi.org/10.1002/pen.22014>
26. Xiao, C., Li, H., & Gao, Y. (2009). Preparation of fast pH-responsive ferric carboxymethylcellulose/poly (vinyl alcohol) double-network microparticles. Polymer international, 58(1), 112-115. <https://doi.org/10.1002/pi.2502>
27. Biswal, D. R., & Singh, R. P. (2004). Characterisation of carboxymethyl cellulose and polyacrylamide graft copolymer. Carbohydrate polymers, 57(4), 379-387. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.04.020>